

# Síntesis paleoambiental en Antofagasta de la Sierra: heterogeneidad ambiental y ocupaciones humanas en los últimos 7200 años cal AP

Lorena Grana, Pablo Tchilinguirian, Daniel E. Olivera, Cecilia Laprida y Nora I. Maidana

Recibido 25 de noviembre 2015. Aceptado 31 de marzo de 2016

## RESUMEN

Se realiza una síntesis de los cambios paleohidrológicos en Antofagasta de la Sierra para generar un modelo de evolución paleoambiental que considera la heterogeneidad ambiental y permite evaluar su utilidad en relación con el análisis de las ocupaciones humanas desde el Holoceno medio. Las investigaciones previas en sistemas fluviales y lacustres (que incluyen relevamientos geomorfológicos y diversos análisis sedimentológicos, edafológicos, de diatomeas y ostrácodos) permitieron inferir que durante los últimos 7200 años cal AP existió disponibilidad de recursos hídricos aunque de variada magnitud y distribución espacio-temporal, que generaron condiciones locales favorables para la ocupación humana en espacios específicos. Entre ca. 7200-3500 años cal AP, predominaron condiciones áridas con una distribución de los recursos hídricos de forma mosaico en escala intra- e intercuencial. Entre ca. 3500-1600 años cal AP, se evidencian condiciones relativamente más húmedas con mayor desarrollo y estabilidad de humedales en todos los sectores, que implicó una disminución de la heterogeneidad espacial de la disponibilidad hídrica. Posteriormente, ca. 1600 años cal AP, predominarían nuevamente condiciones áridas con disponibilidad de recursos hídricos altamente variada. Este modelo de heterogeneidad paleoambiental resulta adecuado como escala de análisis para explorar las diversas estrategias del uso del espacio de las sociedades prehispánicas.

**Palabras clave:** Paleoambiente; Heterogeneidad ambiental; Puna; Ocupación humana.

## ABSTRACT

PALEOENVIRONMENTAL SYNTHESIS IN ANTOFAGASTA DE LA SIERRA: ENVIRONMENTAL HETEROGENEITY AND HUMAN OCCUPATIONS IN THE LAST 7200 YEARS CAL. BP. We propose a synthesis of current state of the paleo-hydrological changes in Antofagasta de la Sierra, to design a paleoenvironmental evolution model based on environmental heterogeneity, and assess its usefulness to analyse human occupations of the past 7200 years cal. BP. Previous research in six river systems and three lakes, included geomorphological surveys and various sedimentological analyses, soil, diatoms and ostracods, which allowed infer that during the last 7200 years cal. BP water resources have always been

Lorena Grana. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca (CONICET, Universidad Nacional de Catamarca). Prado 366 (4700), San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina. E-mail: lorenagrana@yahoo.com.ar

Pablo Tchilinguirian. CONICET, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL, Universidad de Buenos Aires). 3 de Febrero 1378 (1426), Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: pabloguirian@gmail.com

Daniel E. Olivera. CONICET, INAPL (Universidad de Buenos Aires). 3 de Febrero 1378 (1426), Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: deolivera@gmail.com

Cecilia Laprida. CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires, Av. Intendente Güiraldes 2160, Ciudad Universitaria (1428), Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: chechu@gl.fcen.uba.ar

Nora I. Maidana. Laboratorio de Diatomeas Continentales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental (DBBE, FCEyN-UBA). Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada (IBBEA, UBA-CONICET). Int. Cantilo 1260 (1428), Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: noramaidana@gmail.com

**Intersecciones en Antropología - Volumen especial 4: 19-32. 2016. ISSN 1666-2105**

**La Geoarqueología en la Argentina: aportes y avances.**

**Copyright © Facultad de Ciencias Sociales - UNCPBA - Argentina**

available, but with different magnitude and distribution spatio-temporal, creating favorable local conditions for human occupation in specific spaces. Between ca. 7200-3500 years cal. BP, would have prevailed arid conditions with a high mosaic distribution of the water resources in intra- and inter-basin scale. Between ca. 3500-1600 years cal. BP, with wet conditions with greater development and stability of wetlands in all sectors, there have been less spatial heterogeneity in water availability. Subsequently, ca. 1600 years cal. BP, they would predominate again arid conditions with different distribution of water resource. This model of paleoenvironmental heterogeneity is suitable as scale analysis to explore the various strategies of the use of space by pre-Hispanic societies.

**Keywords:** Paleoenvironment; Environmental heterogeneity; Puna; Human occupations.

## INTRODUCCIÓN

El ambiente no es una abstracción topológica homogénea ya que no todos los puntos en el espacio tienen igual valor para las sociedades (Butzer 1982). Es así que el estudio del ambiente y su interacción con las sociedades implica el empleo de perspectivas que tengan en cuenta la complejidad y heterogeneidad que corresponde al espacio ambiental.

La concepción de la heterogeneidad espacial y temporal del ambiente es un tema fuertemente anclado en la Ecología, que la considera como la variación en distintas dimensiones de los nichos efectivos que influyen en el establecimiento, el desarrollo y la supervivencia de los organismos, por lo que esta variación puede verse reflejada en sus patrones de distribución y abundancia (Stewart et al. 2000). La heterogeneidad afecta a un individuo sólo si ocurre en una escala en la cual el organismo pueda responder; por ende, su estudio está muy asociado a la escala de análisis que se utiliza. En consecuencia, realizar aproximaciones espacio-temporales a distintas escalas permite conocer los procesos e interacciones ecológicas (Wiens 2000).

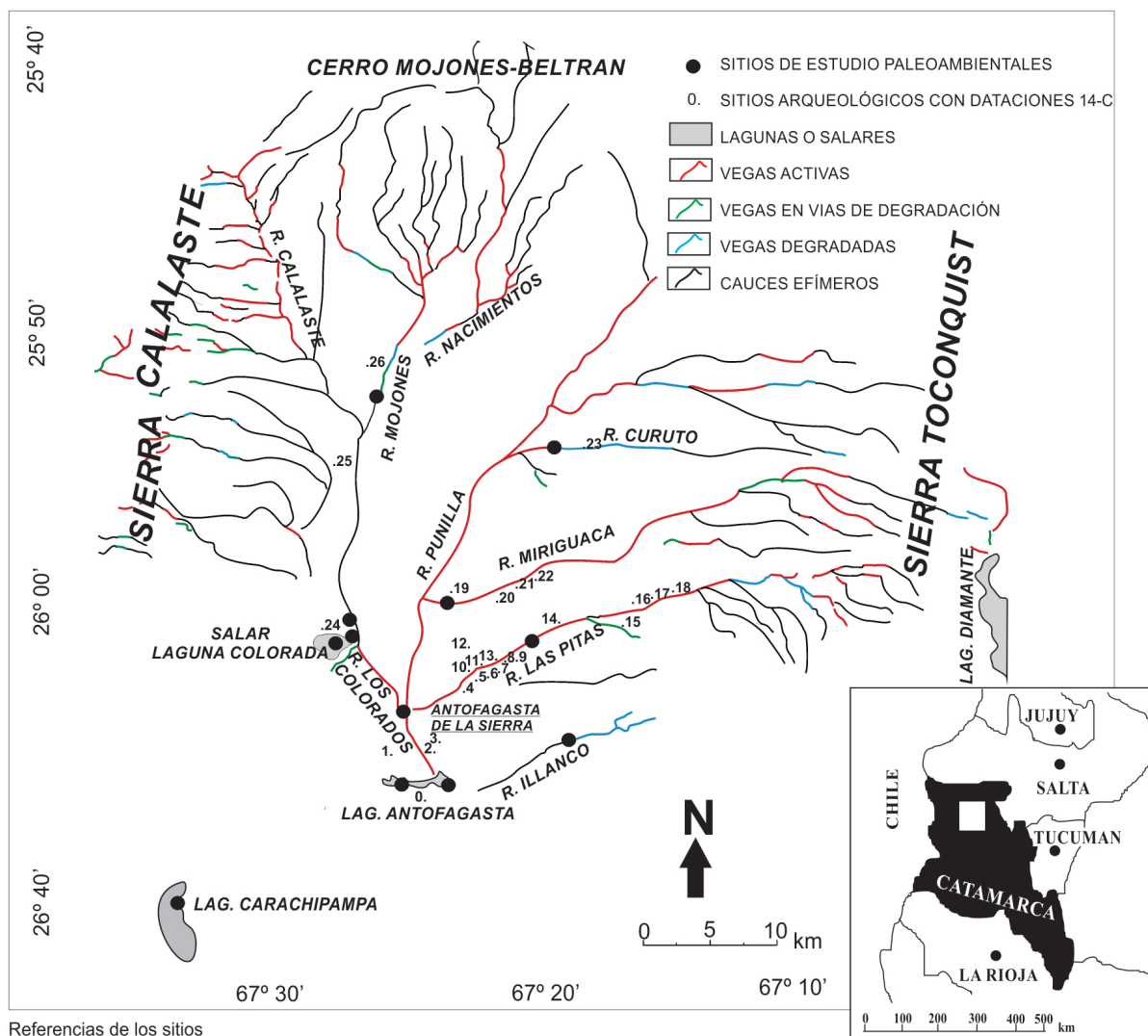
Esta concepción ha sido ampliamente utilizada y adaptada a distintas problemáticas de la arqueología desde diversos enfoques como la Biogeografía, la Ecología Humana, la Ecología del Paisaje, la Geoarqueología, entre otros. En el Noroeste argentino, principalmente en la Puna, la heterogeneidad ambiental ha sido utilizada en diversas problemáticas como patrones de movilidad, usos de recursos y/o emplazamiento de sitios, la emergencia de procesos sociales como el pastoralismo, entre otras líneas. Al mismo tiempo, esto conllevó a generar un importante volumen de información paleoambiental para reconstruir la variación ambiental no sólo a escala espacial sino también temporal (Fernández et al. 1991; Lupo et al. 2006; Morales 2011; Kulemeyer et al. 2013, entre otros), lo que ha enriquecido aún más las discusiones. Por ejemplo, Yacobaccio (2013) presenta un análisis sobre la fragmentación de los recursos de la Puna durante

el Holoceno utilizando datos paleoambientales y la influencia de esta heterogeneidad ambiental en las explotaciones de recursos faunísticos y ocupaciones de los cazadores-recolectores.

Antofagasta de la Sierra no ha estado exenta de este interés por enmarcar las dinámicas socio-culturales dentro de condiciones ambientales, por lo que en los últimos años se han realizado diversos estudios paleoambientales que aportan una gran cantidad de datos sobre la evolución del ambiente holocénico. Sin embargo, los modelos paleoambientales propuestos hasta el momento han estado orientados a describir tanto los ciclos de trasgresiones/extensiones como de regresiones/degradaciones lacustres y fluviales. Si bien hay mucha información generada, esta se encuentra dispersa y por ello se hace necesario generar un modelo que resuma toda información. El objetivo del presente trabajo es presentar una síntesis sobre estos datos paleohidrológicos del área, para generar un modelo sobre heterogeneidad ambiental en relación con la disponibilidad de la humedad para los últimos 7200 años cal AP. Al mismo tiempo, se propone evaluar la utilidad de este modelo para el análisis de las ocupaciones humanas en el área-región.

## ÁREA DE ESTUDIO Y SISTEMAS AMBIENTALES ANALIZADOS

Antofagasta de la Sierra (ANS) se ubica en la puna catamarqueña (25°50' - 26°10' S y 67°30' - 67°10' O, 3000-4500 msnm) (Figura 1). El clima es semiárido/árido con precipitaciones marcadamente estacionales (130 mm/año); el 80% ocurren en verano (diciembre-marzo), asociadas al desplazamiento de la zona de interconvergencia tropical. Las precipitaciones invernales están más ligadas al ingreso de humedad del SO procedente del Anticiclón del Pacífico y del desplazamiento septentrional de los frentes polares (Bianchi y Yañez 1992). La evapotranspiración media anual alcanza 550 mm, lo que origina un balance hídrico negativo. El régimen de la red de drenaje va de permanente a



Referencias de los sitios

0. La Alumbra; 1. Bajo de Coypar; 2. Casa Chavez M1; 3. Casa Chavez M4; 4. Peñas Coloradas  
5. Punta de la Peña 3.; 6. Punta de la Peña 4; 7. Punta de la Peña 9; 8. Punta de la Peña 11; 9. Punta Horadada; 10. Peñas Chicas 1.3;  
11. Peñas Chicas 1.1; 12. Peñas de las Trampas 1.1; 13. Peñas Chicas 1.5; 14. Cueva Salamanca; 15. Quebrada Seca 3; 16. Real Grande 1;  
17. Real Grande 6; 18. Real Grande 10; 19. Las Escondidas; 20. Alero sin cabeza; 21. El Aprendiz; 22. Corral Alto; 23. Cueva Cacao 1A;  
24; Laguna Colorada 1.3; 25. Campo Cortadera; 26. Corral Grande

**Figura 1.** Distribución hídrica actual y ubicación de los archivos paleoambientales y sitios arqueológicos considerados en el presente trabajo.

efímero, con alimentación autóctona. El río Punilla es el curso colector más importante de la cuenca Punilla-Antofagasta; sus principales tributarios al este son los ríos Curuto, Las Pitas, Miriguaca e Illanco; al oeste, el río Los Colorados. Los ríos nacen en vertientes de las cuencas altas (> 4000 msnm) ubicadas en fallas y en contactos litológicos entre rocas permeables e impermeables, y son alimentados por agua subterránea, lo que les permite tener un caudal de base sin variaciones significativas. Pendiente abajo, especialmente por debajo de los 3800 msnm, el caudal superficial disminuye por evapotranspiración, infiltración y/o extracción de agua para riego y consumo humano (e.g., Las Pitas, Mojones, Calalaste e Illanco).

Los más importantes humedales los constituyen las lagunas endorreicas (Figura 1). La laguna

Antofagasta, que con el río Punilla configura el sistema hídrico más extenso de ANS, cubre una superficie de 1,47 km<sup>2</sup>. En verano, el espejo de agua se retrae significativamente por la mayor evaporación. Por otra parte, a 10 km al NE del pueblo de ANS se encuentra el actual salar Laguna Colorada, rodeado por una terraza lacustre de ca. 0,6 m. A 55 km al S se extiende la gran cuenca endorreica del salar-laguna de Carachipampa, que tiene un régimen permanente con aguas hipersalinas.

#### ARCHIVOS AMBIENTALES Y PROXIES ANALIZADOS

Se estudiaron 11 archivos ambientales vinculados a humedales (actuales o fósiles) que representan diferentes escenarios hidrogeomorfológicos

(pendiente, extensión del área de aporte, cota del perfil) (Figura 1). En las terrazas fluviales holocenas, ubicadas en los valles de los ríos, se muestrearon 6 perfiles expuestos (Olivera *et al.* 2004; Tchilinguirian *et al.* 2008; Tchilinguirian 2009; Grana 2013; Grana *et al.* 2016), formados por sedimentos aluviales de diferentes características, con algunas discontinuidades erosivas. Si bien la historia de la depositación fluvial cambia a lo largo de los ríos debido a la variación en las condiciones intrínsecas (geomorfología local, profundidad del sustrato impermeable, resistencia diferencial de las riberas) –lo que origina problemas de equifinalidad (Knox 1983)–, estos registros pueden ser utilizados para reconstrucciones paleohidrológicas y paleopedológicas a escala tanto de cuenca como local, si se reconocen los factores no-climáticos y si estos no varían en el tiempo.

Los otros 5 archivos ambientales analizados provienen de testigos obtenidos en sistemas lacustres (laguna Antofagasta, salares de Laguna Colorada y Carachipampa) (Tchilinguirian y Olivera 2005; Tchilinguirian 2009; De Micco 2011; Grana 2013). Si bien estos ambientes son susceptibles a retraerse, secarse y perder parte del registro por la erosión eólica o no depositación, es posible recuperar secuencias sedimentarias más continuas en comparación con los archivos fluviales.

En todos los registros se definieron litofacies, asociaciones de facies y paleoambientes sedimentarios según criterios estándar (Miall 1990, 1996). Además, en algunos de ellos se realizaron estudios de *bioproxies*, como el análisis diatomológico (ríos Las Pitas y Miriguaca, salar Laguna Colorada y laguna Antofagasta) y de ostrácodos (salar Laguna Colorada). Para estos análisis se emplearon métodos estándar (Battarbee 1986 para diatomeas y Laprida *et al.* 2006 para ostrácodos). Las interpretaciones paleoecológicas se basaron en el análisis de la composición taxonómica de los ensambles y en las preferencias ecológicas de las especies que los componen (Van Dam *et al.* 1994; Meisch 2000; Laprida *et al.* 2006; Maidana y Seeligmann 2006; Maidana *et al.* 2009, 2011, entre otros). Su integración espacio-temporal y la combinación con el análisis de facies sedimentarias permitieron generar reconstrucciones paleohidrológicas cualitativas<sup>1</sup>.

La cronología utilizada para el modelo paleoambiental se basa en 33 dataciones radiocarbónicas realizadas sobre materia orgánica sedimentaria empleando las técnicas AMS en los laboratorios NSF-Arizona y Universidad de Georgia (Estados Unidos) y la convencional en LATYR-Universidad de la Plata

(Argentina) (Tabla 1). Solamente en las lagunas se efectuaron modelos de edad/profundidad basados en la interpolación lineal entre edades calibradas.

Para establecer relaciones temporales entre las fluctuaciones ambientales y las ocupaciones culturales en la región se consideraron dataciones radiocarbónicas arqueológicas presentadas en diversas publicaciones (Olivera y Vigliani 2000-2002; Aschero y Hoschman 2011; Grana 2013; Escola *et al.* 2015). Todos los fechados radiocarbónicos considerados en el presente trabajo fueron calibrados con el programa Oxcal v.4.2.3 utilizando la curva ShCal04 con una dispersión de 2 sigma y generando fechas medias, que es una herramienta heurística para comparar los datos paleoambientales y arqueológicos.

## EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL Y ANÁLISIS DE LA HETEROGENEIDAD AMBIENTAL

El análisis de facies sedimentarias (Tchilinguirian y Olivera 2005; Olivera *et al.* 2006; Tchilinguirian 2009) permitió distinguir dos grupos: uno asociado a cursos de régimen permanente o zonas con freáticas someras con desarrollo de suelos como vegas (FA3, FA4, FA6); y un segundo grupo de facies asociadas a regímenes efímeros como barreales, dunas y flujos densos (FA1, FA2, FA5, FA7, FA8) (Tabla 2; Figuras 2 y 3). La combinación del análisis de facies junto con la interpretación de los *bioproxies* asociados (De Micco 2011; Grana 2013; Grana *et al.* 2016) permite afirmar que durante el Holoceno la disponibilidad hídrica tuvo importantes variaciones a escala centenal-milenial. A nivel regional existieron configuraciones espaciales diferenciales de humedad (Figura 4), lo que generó momentos de mayor/menor heterogeneidad en la disponibilidad hídrica. La cronología de estos cambios permite proponer un modelo sobre la heterogeneidad espacio-temporal de la disponibilidad hídrica a escala regional, que se puede agrupar en grandes períodos.

### Período ca. 7200-3500 años cal AP (ca. 6300-3400 años AP)

Durante este momento, el salar de la laguna Colorada habría sido una salina con niveles de agua bajos, y recién con posterioridad a 3500 años cal AP se registraría un aumento significativo del nivel de agua (Grana 2013). Se registra una baja abundancia de ostrácodos (De Micco 2011) y un predominio de las facies más gruesas correspondientes a suelos minerales (Tchilinguirian 2009). En



Río/Laguna	Código Laboratorio	Años AP $\pm 1-\sigma$	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	$p_{\text{=}}$	Rango años calibrados (2- $\sigma$ )		Fecha media años cal AP
					Años cal DC/ cal AC	Años cal AP	
Laguna Colorada	UGa8786	3430 $\pm$ 40	-17,3	.94	1771-1526 AC	3720-3475	3614
	UGa8787	3910 $\pm$ 40	-12,8	.95	2467-2201 AC	4416-4150	4277
	UGa8788	6356 $\pm$ 60	-12,3	.95	5467-5070 AC	7336-7153	7226
	AA85736	1275 $\pm$ 37	-25,8	.95	686-892 DC	1264-1059	1149
	AA85735	1956 $\pm$ 38	-26,1	.95	20-229 DC	1931-1721	1839
	LATYR	1620 $\pm$ 70	-	.95	343-640 DC	1607-1310	1461
	LATYR	1600 $\pm$ 60	-	.95	400-640 DC	1550-1310	1442
	LATYR	2270 $\pm$ 60	-	.95	398-111 AC	2347-2060	2218
Antofagasta	AA96539	430 $\pm$ 35	-25,8	.63	1440-1515 DC	510-436	435
	AA96545	629 $\pm$ 35	-24,6	.57	1301-1367 DC	650- 584	591
Carachipampa	AA78540	644 $\pm$ 43	-24,9	.95	1295-1414 DC	655-537	596
	AA78541	1905 $\pm$ 41	-26,7	.94	63-256 DC	1887-1694	1783
Las Pitas	AA78537	202 $\pm$ 38	-26,5	.95	1650-1953 DC	300-3	170
	UGa15108	200 $\pm$ 35	-26,4	.70	1652-1815 DC	299-135	170
	AA78533	3620 $\pm$ 48	-23,4	.95	2036-1748 AC	3985-3697	3855
	AA10337	4365 $\pm$ 40	-23,9	.95	3089-2872 AC	5035-4823	4893
	AA103378	3584 $\pm$ 40	-23,5	.95	2011-1741 AC	3959-3691	3801
	AA96538	5963 $\pm$ 52	-24,2	.93	4941-4618 AC	6890-6619	6733
Miriguaca	UGa8793	1560 $\pm$ 40	-24,2	.76	504-642 DC	1446-1308	1399
	UGa8792	3060 $\pm$ 40	-15,8	.95	1401-1115 DC	3350-3064	3199
	UGa8791	5880 $\pm$ 40	-23,9	.95	4787-4552 DC	6736-6501	6625
	AA85738	2690 $\pm$ 39	-23,0	.94	903-761 AC	2852-2710	2759
	AA85737	5641 $\pm$ 45	-23,3	.95	4517-4341 AC	6466-6290	6369
Punilla-Sector Confluencia	LATYR 4	4110 $\pm$ 180	-	.95	3091-2041 AC	5040-3990	4546
	LATYR 5	4560 $\pm$ 60	-	.95	3483-2941 AC	5432-4890	5149
Ilanco	AA78547	2558 $\pm$ 45	-25,5	.95	792-416 DC.	2741-2365	2577
	UGa15107	695 $\pm$ 30	-25,8	.95	1287-1392 DC.	664-559	610
Curuto	UGa 8794	1610 $\pm$ 60	-24,8	.95	389-636 DC	1561-1314	1450
	UGa 8795	2270 $\pm$ 60	-24,2	.95	389-111 DC	2347-2060	2218
	UGa 8796	2900 $\pm$ 70	-26,5	.93	1215-836 AC	3164-2785	2980
Mojones	AA78535	305 $\pm$ 43	-26,7	.85	1496-1674 DC	454-276	343
	AA78538	241 $\pm$ 38	-28,0	.56	1720-1811 DC	230-139	212
	AA78539	1936 $\pm$ 41	-26,9	.93	48-240 DC	1902-1711	1815

**Tabla 1.** Dataciones radiocarbónicas y calibraciones de las muestras paleoambientales.

los ensambles diatomológicos se registra una baja relación entre especies plantónicas y bentónicas, lo que indicaría que la laguna siempre habría sido somera, pero con algunas fluctuaciones en el nivel del agua. Por otro lado, la presencia de *Craticula molestiforme*, *Navicula salinicola* var. *boliviana* y *N. carvajaliana* a lo largo de todo el testigo indicaría condiciones de alta salinidad, ya que estas especies han sido actualmente citadas en algunas lagunas oligohalinas a hipersalinas en humedales de altura (Maidana et al. 2009, 2011).

En la mayoría de los ríos se registran condiciones de aridez asociadas a ambientes con escurrimientos efímeros y con una pedogénesis orgánica ausente o muy escasa. En el río Miriguaca principalmente se reconocen procesos sedimentarios dominados por flujos de detritos y de barro, con escaso desarrollo

de trazas de raíces, que indican inestabilidad hídrica o una humedad muy escasa (Figura 2).

Sin embargo, dentro de este período de aridez generalizada, se registran pulsos de mayor humedad relativa que se manifestaron con diferente intensidad y cronologías en distintos sectores de la región. Un leve pulso de humedad se registra a los 7226 años cal AP (6360  $\pm$  60 años AP) asociado al desarrollo de un barreal húmedo y salino, donde se depositaron arcillas masivas bioturbadas e hidromórficas. Posteriormente, el desarrollo de suelos en sedimentos de origen eólico o aluvial (Tchilinguirian y

Olivera 2005) indica condiciones de retracción en el cuerpo de agua. En el sector intermedio del río Miriguaca y en la sección basal del testigo analizado, se registra un paleosuelo mineral (horizonte A) datado en ca. 6300 años cal AP (5880  $\pm$  50 años AP) asociado a gravas estructuradas que tienen láminas de materia orgánica y diatomeas (facies FA3) (Grana et al. 2016), lo que indicaría la existencia de un río permanente y desarrollo de suelos en los sectores ribereños. La dominancia de diatomeas aerófilas, como *Humidophila gallica*, y la codominancia de especies bentónicas y litorales como *Planothidium lanceolatum*, *Frankophila similoides*, *Denticula elengans* y *D. valida* (Grana et al. 2016) confirman el desarrollo de planicies de inundación con condiciones litorales marginales asociadas a un pulso de humedad. En la cuenca media del río

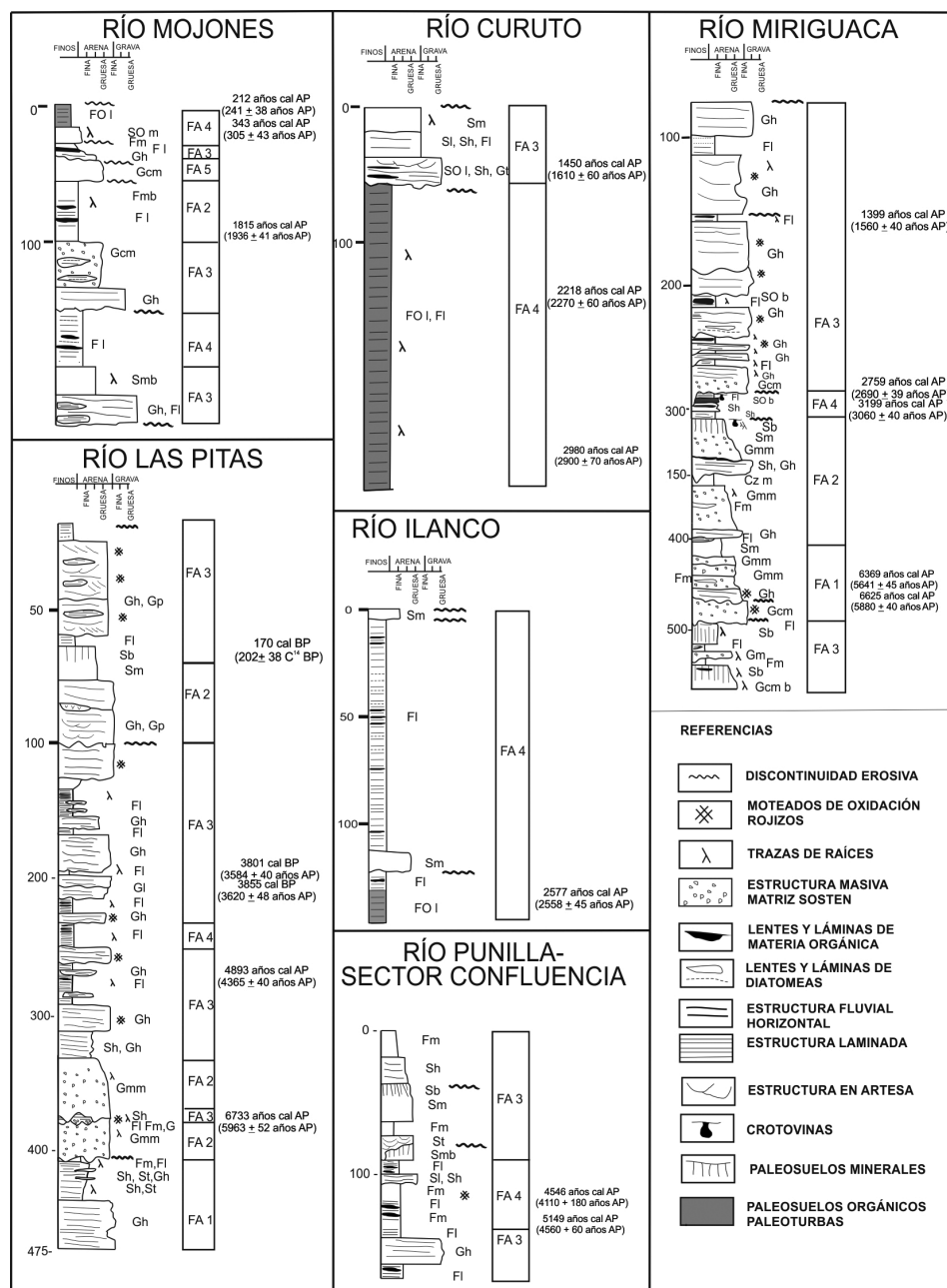


Figura 2. Ambientes sedimentarios de los ríos estudiados.

Las Pitas hay láminas orgánicas asociadas a gravas estructuradas en ca. 6700 años cal AP (5963 ± 50 años AP), también interpretadas como indicadoras de ríos permanentes. Entre 5100 y 4300 años cal AP (4560 ± 60 – 4110 ± 80 años AP) se registran en el sector Confluencia del río Punilla arcillas verdes bioturbadas con láminas de materia orgánica oscura (facies FA3) vinculadas a otro pulso de humedad. En el río Las Pitas aparecen, ca. 4800 años cal AP (4365 ± 40 años AP), 4 m de gravas estratificadas con diatomeas y láminas con restos vegetales y materia orgánica (facies FA3). Los sedimentos se hallan bioturbados, con gran cantidad de trazas de raíces y moteados de óxido de hierro, indicadores de capas

freáticas someras (Grana et al. 2016). Posteriormente se registra el inicio de la deposición de extensas lentes de la facies FA3 con una mayor cantidad de capas de diatomeas lamina-das (Figura 2). Los ensambles de diatomeas y la abundancia de especies tico-planctónicas como *Fragilaria vau-cheriae* indicarían la evolución de un ambiente marginal posiblemente ve-getado a uno más profundo, lo que sugiere un aumento en el nivel del agua y, consecuentemente, una mayor dis-ponibilidad hídrica en comparación a los momentos pre-vios, que iniciaría pasados los 3800 años cal AP (Grana et al. 2016).

En el salar de Laguna Colorada la presencia de sedi-mentos finos indica la existencia de barreales húmedos entre los 4200 años

cal AP (3910 ± 40 años AP) y los 3600 años cal AP (3430 ± 40 años AP) intercalados con gravas aluviales (Figura 3). Para el mismo momento, no se registraron cambios marcados en los ensambles de diatomeas, aunque se observa un leve aumento de especies bentónicas y una disminución de las ae-rófilas para los 4200 años cal AP, lo que se podría interpretar como un pulso de humedad que habría generado una leve reversión de las condiciones áridas (Grana 2013).

Por consiguiente, durante este período habrían predominado en ANS condiciones de aridez ge-neralizada interrumpidas por cortos pulsos de hu-medad asociados a tormentas torrenciales/intensas

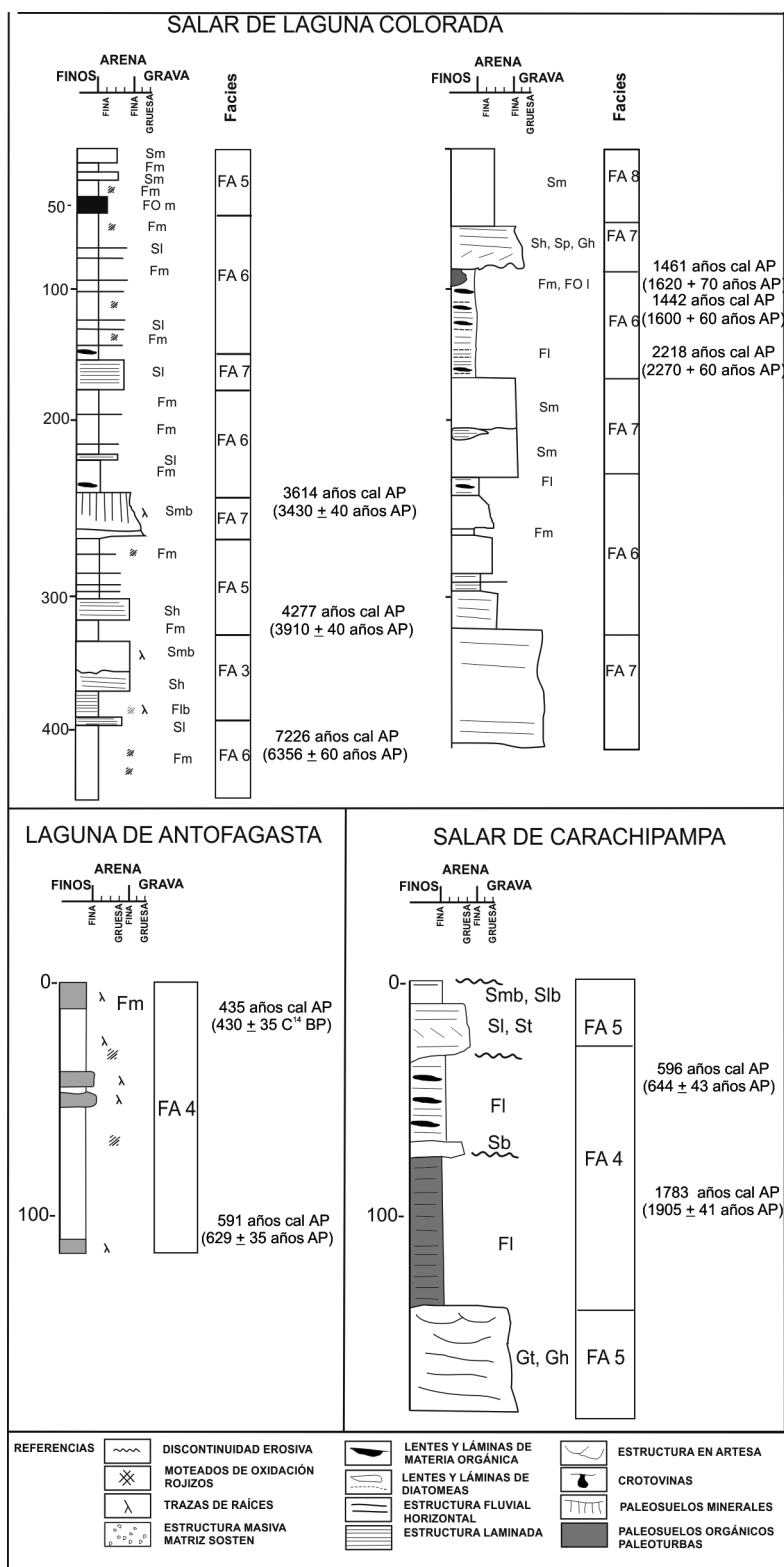


Figura 3. Ambientes sedimentarios de las lagunas estudiadas.

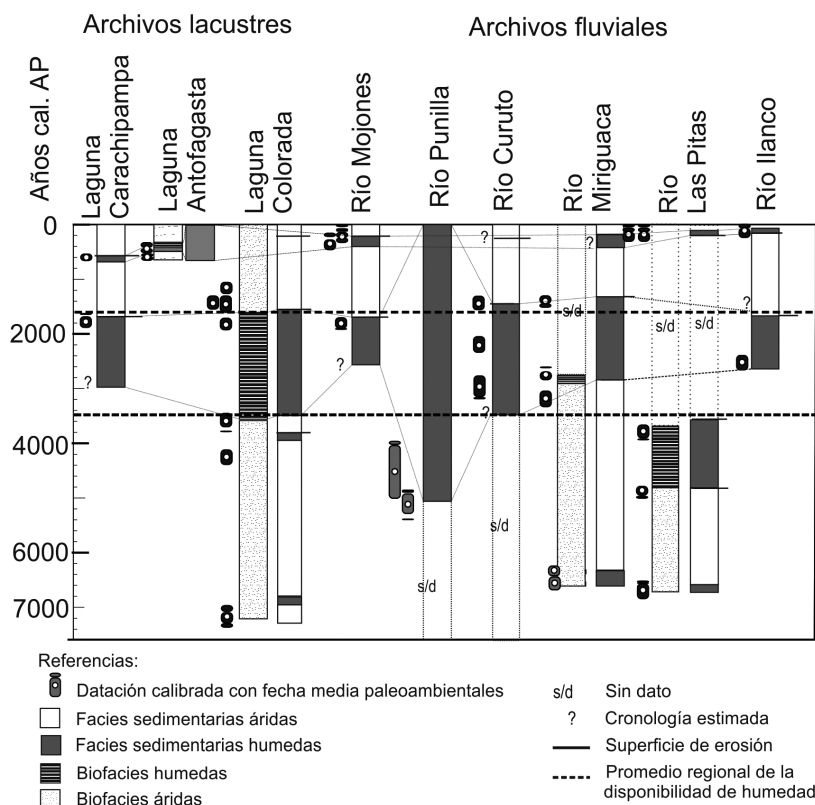
y esporádicas que habrían permitido la recarga de los humedales de la parte alta de las cuencas. Estos pulsos se habrían expresado con distintas intensidades en las diversas subcuencas, y habrían reflejado un momento de alta heterogeneidad en la disponibilidad de los recursos hídricos (Figura

4). Pulsos semejantes también han sido registrados en otros sectores de la Puna chilena, como las lagunas Miscanti (Valero-Garcés *et al.* 1996) y Negro Francisco (Grosjean *et al.* 1997, 2007) y en diversas cuencas fluviales de la Puna jujeña, Argentina (Morales 2011).

#### Período *ca.* 3500-1600 años cal AP (*ca.* 3400-1700 años AP)

La mayoría de los sistemas estudiados muestra un mejoramiento en las condiciones de humedad y una mayor estabilidad en comparación con el período anterior. Los primeros indicios se registran con posterioridad a los 3500 años en el salar Laguna Colorada y a los 3000 años cal AP en el resto de los sistemas estudiados (Figura 4). En el salar Laguna Colorada se presentan facies predominantemente finas, compuestas de arcillas, limos con lentes de materia orgánica y láminas de arenas finas (facies FA6), que representan barreales húmedos y cuerpos de agua someros formados bajo condiciones de humedad relativamente estables (Figura 3). En forma subordinada hay capas de arenas y gravas finas aluviales (FA7), interpretadas como eventos aluviales efímeros que forman depósitos que progradaron hacia la laguna. El análisis diatomológico permite inferir condiciones más húmedas posteriormente a los 3400-3500 años cal AP; la desaparición de las especies aerófilas y el incremento de especies bentónicas tales como *Nitzschia perminuta* y *N. frustulum* permiten establecer un posible ascenso en el nivel del agua, si bien habría seguido siendo una laguna somera. El establecimiento de condiciones favorables

para el desarrollo de las diatomeas en este período se manifiesta en un incremento de la densidad de valvas (entre 790.000 a 13.000.000 valvas g<sup>-1</sup> de sedimento seco) en comparación con los otros dos períodos, en que las densidades son menores y los procesos tafonómicos más severos (Grana 2013).



**Figura 4.** Síntesis de las facies y biofacies identificadas en los archivos ambientales de Antofagasta de la Sierra.

Por otro lado, el incremento en la abundancia y diversidad de ostrácodos confirma el establecimiento de un cuerpo de agua salobre con mayor estabilidad hídrica con respecto al período anterior (De Micco 2011).

Los archivos ambientales de los ríos analizados también indican condiciones de mayor humedad. En el río Miriguaca hay gravas bien estructuradas con diatomitas laminadas con materia orgánica (FA3) depositadas desde 3200-2760 hasta 1400 años cal AP (desde  $2690 \pm 39$ ,  $3060 \pm 40$  hasta  $1560 \pm 40$  años AP). En el río Mojonés hay arcillas verdes bioturbadas con capas de diatomeas y materia orgánica datadas en ca. 1800 años cal AP ( $1936 \pm 40$  años AP). En el río Curuto se presentan paleoturberas de 4 m de espesor desarrolladas entre ca. 2900 y 1450 años cal AP ( $2900 \pm 70$  -  $1610 \pm 60$  años AP) y en el río Ilanco se registran paleoturberas ca. 2500 años cal AP ( $2558 \pm 45$  años AP) de 2 m de espesor que posteriormente fueron sepultadas por 1 m de sedimentos aluviales. En la laguna Carachipampa hay una terraza perilacustre compuesta de sedimentos orgánicos con una edad cuspidal de 1780 años cal AP ( $1905 \pm 41$  años AP). A partir del cálculo de las tasas de sedimentación realizado en turberas de la región, Tchilinguirian (2009) sostiene que es posible que este humedal se haya formado entre

3000 y 2800 años cal AP (Figura 2 y 3).

En resumen, las evidencias indican que varios sectores de la cuenca habrían tenido condiciones de mayor humedad que la fase previa (Figura 4), y que la estabilidad hídrica habría sido mayor en toda la región, por lo que la heterogeneidad espacial en relación con la disponibilidad de humedales habría sido menor en comparación con el período anterior. Los ríos habrían tenido mayores caudales y la capa freática habría sido más somera y estable, lo que permitiría la formación de suelos hidromórficos orgánicos. El ascenso del nivel del agua de las lagunas permitió el desarrollo de vegas orgánicas

perilacustres. Este aumento de humedad fue registrado también en distintas regiones de los Andes tropicales y de la Puna, principalmente en la Puna árida (Valero-Garcés et al. 1996, 2000; Tapia et al. 2003). Grosjean et al. (1997) infiere condiciones geoecológicas semiestables en diversas regiones a partir de los 3000/3800 años AP, lo que sugiere que las condiciones húmedas se extendieron a una escala macrorregional en este sector de los Andes.

#### **Período posterior a ca. 1600 años cal. AP (1700 años AP)**

Nuevamente de forma asincrónica comienza a registrarse un período en el que hay erosión o cese en la formación de suelos en distintos sectores de la región (Figura 4). En la subcuenca Mojonés se registra un cese en la formación de turbas y diatomitas (FA2) con posterioridad a ca. 1800 años cal AP ( $1936 \pm 41$  años AP). Las turbas fueron cubiertas por 1 m de gravas masivas matriz sostén depositadas por flujos de detritos (FA5), sobre las cuales se registra un proceso erosivo de 1,5 m de profundidad (Figura 2). En el sector norte del salar Laguna Colorada se registra la presencia de dunas (FA8) y abanicos aluviales de régimen efímero (FA5) que cubren el material orgánico y los sedimentos



Asociación de facies	Litofacies dominantes	Descripción	Ambiente de deposición
FA1	Gh, Gt	Gravas medianas a finas y arenas muy gruesas con estratificación horizontal, entrecruzada. Cuerpos en forma de canal.	Canales de grava con hábito entrelazado
FA2	Gmm, Gcm	Gravas finas a medianas matriz soportadas, masivas a pobremente estratificadas. Cuerpos en canales amplios.	Flujo de detritos y de barro
FA3	Gh, Fl, Sh, Gt, Fm, SOL	Gravas finas a gruesas, clastos-soportados, bien estratificados. Cuerpos en forma de canal.	Canales de grava sinuosos con pantanos laterales y vegas
FA4	Fl	Material laminado con material orgánica, cuerpos mantiformes a lenticulares.	Cuerpos de agua con formación de vegas orgánicas. Paleoturbas
FA5	Fm, Fl, Sl	Arcillas, limos y arenas muy finas, masivas o laminadas, con cristales de sales, de colores claros, cuerpos mantiformes.	Barreal y playa seca
FA6	Fm, Sl, Fl	Arcillas, limos y arenas muy finas, masivas o laminadas, de colores verdes, grises, bioturbadas, con láminas de materia orgánica o de diatomeas, Cuerpos mantiformes.	Playa húmeda y sector costero
FA7	Gh, Sh, Fm	Gravas medianas a finas y arenas gruesas con estratificación horizontal, entrecruzada. Cuerpos en forma de mantiforme.	Canales efímeros en abanicos aluviales
FA8	Sm	Arenas medianas, masivas a laminación. Seleccionadas. Cuerpos lenticulares y mantiformes.	Dunas

**Tabla 2.** Descripción, litofacies dominantes y ambientes de deposición de la asociación de facies (FAs).

finos con bioturbación datados en 1442 años cal AP ( $1600 \pm 60$  años AP) (Figura 3). En la zona central y en la terraza periférica aluvial del salar, los *bio-proxies* indican ca. 1600 años cal AP la presencia de condiciones de menor humedad en algunos sectores (De Micco 2011). Entre los 1000-800 años cal AP, la presencia de material fino bioturbado indica el desarrollo de playas húmedas alimentadas por freáticas someras y, suprayaciendo, arenas eólicas de color claro (Tchilinguirian 2009). En los ensambles diatomológicos se registra una disminución en la densidad de valvas; la presencia de sedimentos arcillosos gris claro ha sido interpretada como condiciones reductoras del cuerpo de agua (Tchilinguirian 2009). Para este momento se registra la tasa más alta de fragmentación y erosión de valvas en todo el testigo, lo que indica la operatividad de procesos tafonómicos que afectaron la preservación de estas algas, vinculados a una elevada concentración de sales y, consecuentemente, del pH. Por otro lado, la composición de los ensambles muestra una dominancia de *Craticula molestiforme* y *Navicula pseudogracilis* y, en menor medida, *Nitzschia pusilla*. Alrededor de los ca. 400 años cal AP se incrementan las especies *Anomoneis sphaerophora* f. *costata* y *Surirella tuberosa* y disminuye *Craticula molestiforme* y *Navicula pseudogracili*. Dado que estas especies han sido halladas principalmente en lagunas hipo- a mesosalinas de la puna, con valores de pH elevados (Maidana y Seeligmann 2006;

Maidana et al. 2011), indicarían condiciones de mayor aridez e inestabilidad hídrica, convirtiéndose en una salina. Los ostrácodos identificados indican condiciones litorales lacustres inestables, que corroboran también esta interpretación (De Micco 2011).

En el río Miriguaca hay erosión y disección fluvial en la cuenca inferior y media posterior a los 1400 años cal AP ( $1550 \pm 40$  años AP). En el río Curuto, la formación de vegas se detiene luego de 1450 años cal AP

( $1610 \pm 60$  años AP), y comienza una sedimentación detrítica que la sepulta. Luego, se registra un proceso erosivo asociado a un descenso en el nivel de base de 3 m y la formación de un cauce efímero. En la laguna Carachipampa cesa la formación de la vega con posterioridad a los 1783 años cal AP ( $1905 \pm 41$  años AP) y se producen facies FA5 relacionadas con condiciones más áridas.

Dentro de estas condiciones de aridez predominante se registra, entre los 600 y 300 años cal AP, un pulso de mayor humedad relativa que permitió el desarrollo de paleosuelos orgánicos en las distintas subcuencas, seguido posteriormente de retracción y erosión. En los ríos Mojones y Las Pitas se registra la formación de paleovegas entre los  $305 \pm 43$  a  $200 \pm 35$  años AP ( $343-170$  cal años AP) (Figura 2). En la laguna Carachipampa se registran capas de materia orgánica datadas en  $644 \pm 43$  años AP (596 años cal AP), que se interpretan como el desarrollo de un ambiente litoral lacustre (Tchilinguirian 2009). En la laguna Antofagasta se registran oscilaciones de la humedad (Figura 3).

A partir de estas evidencias se infiere un período con marcada aridez regional, en el que predominan los eventos erosivos o la sedimentación detrítica, suelos pocos desarrollados, profundización de los cauces y deflación eólica en las lagunas secas (Figura 4). Estos procesos son diacrónicos en los diversos sitios estudiados, lo que indica una mayor

heterogeneidad en la disponibilidad de humedales entre las subcuencas, pero en general ocurren luego de 1600 años cal AP. Estas condiciones dominantes de aridez también se registran en otras regiones, como en Laguna del Negro Francisco, en la región de Atacama, Chile (1800 años AP) (Grosjean et al. 1997) y en la subcuenca Las Coladas, en Catamarca, Argentina (1600 años cal AP) (Valero-Garcés et al. 2000).

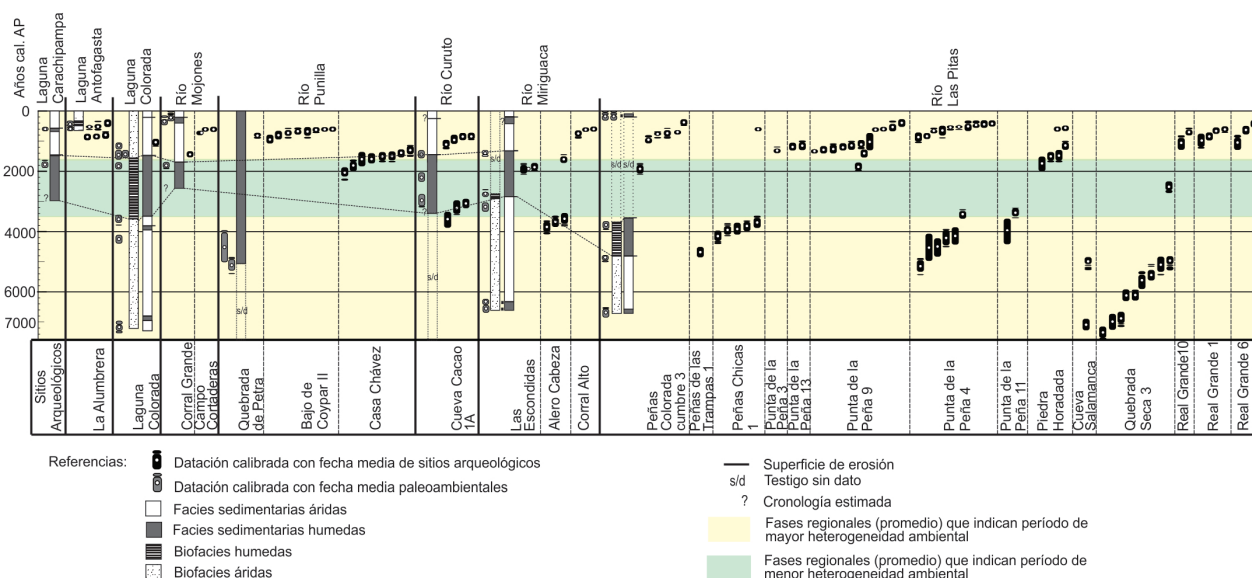
### HETEROGENEIDAD AMBIENTAL Y OCUPACIONES HUMANAS

Los sitios arqueológicos con dataciones conocidas para los últimos 7200 años cal AP se encuentran asociados espacialmente a paleohumedales (20%) o a humedales actualmente activos (80%) (Figura 1). Entre 7200-3400 años cal AP (6300-3400 años AP) la región habría sido muy heterogénea, ya que la disponibilidad de humedales habría variado fuertemente entre subcuencas, lo que es un factor importante a tener en cuenta para interpretar las ocupaciones de la región (Figura 4). Los sitios registrados para este momento son bases residenciales de cazadores-recolectores que se presentan en reparos rocosos con buenas condiciones de refugio, asociadas principalmente a los sectores medios y altos (> 3500 msnm) de los ríos Miriguaca y Las Pitas (Figuras 1 y 5). Estos grupos habrían desarrollado un sistema de movilidad orientado residencial y logística orientada a la explotación de ciertos sectores de la cuenca, asociada a posibles recorridos/circuitos estacionales bien demarcados (Aschero y Hocsman 2011). Este tipo de sistema de movilidad

parece coherente con una situación de alta heterogeneidad ambiental, en que algunos sectores de las cuencas ofrecen diferentes potencialidades de recursos y donde los sectores medios/altos de las quebradas laterales representan ambientes más estables y predecibles en el mediano y largo plazo para su explotación y ocupación.

Para los ca. 4800 cal años AP se visualiza un cambio en la distribución de las ocupaciones registradas en el río Las Pitas que coincide con condiciones de mayor humedad, que habría amortiguado la aridez general de la región (Figura 5). Entre los 3800-3000 años cal AP, Aschero (2010) postuló un proceso de circunscripción social asociada a una demarcación más estricta de territorios. Esta reducción en la movilidad residencial y la demarcación en la explotación de los territorios ha sido vinculada a las condiciones de fuerte aridez dominantes a nivel macrorregional (Aschero y Hocsman 2011; Pintar 2014). Sin embargo, si se tienen en cuenta los factores ambientales locales, la alta heterogeneidad en la disponibilidad de humedales registrada para estos momentos habría generado sectores específicos con productividades desparejas en recursos abióticos (e.g., agua) y bióticos, que tendrían un rol diferencial en el acceso, manejo y apropiación por parte de los grupos humanos.

Posteriormente, ca. 3500-1600 años cal AP, la heterogeneidad ambiental disminuye y predominan condiciones de mayor humedad en la región. En la ocupación humana también se reconoce, al menos desde ca. 2400 años AP (Olivera 2012), un cambio en la localización de los sitios. Posteriormente a ca. 2100 años cal AP, se registra una ocupación



**Figura 5.** Modelo de la heterogeneidad ambiental y su correlación temporal con los sitios arqueológicos para los últimos 7000 años cal AP.

más intensiva en sectores de fondo de cuenca del río Punilla (sitio Casa Chávez Montículos, Olivera 2012), y en sectores medios del río Miriguaca (sitio Las Escondidas, Escola *et al.* 2015). Por otro lado, disminuye la evidencia de ocupaciones con cronologías absolutas en las quebradas de altura (Figura 5). Esta tendencia ha sido asociada con una nueva modalidad de uso del espacio por parte de sociedades con economía productiva y con un sistema logístico de movilidad organizado principalmente alrededor del pastoreo, denominado como “sedentarismo dinámico” (Olivera 2012). Este modelo fue originalmente propuesto con base en datos de diversos casos etnográficos pastoriles y en evidencias provenientes de bases residenciales en el fondo de cuenca (ca. 3200-3550 msnm) (e.g., Casa Chávez Montículos) y puestos de actividades específicas en las quebradas de altura (> 3800 msnm) (e.g., Real Grande 1 y 6), considerándolo como un bloque temporal por evidencias contextuales (estilos cerámicos, materiales líticos) entre estos sitios (Figura 1). Posteriormente, con nuevos datos arqueológicos, este modelo se extiende y ajusta a sectores intermedios ca. 3550-3800 msnm, considerándolos por su oferta de agua, tierras laborables, forraje, leña y caza (Escola *et al.* 2015; Olivera 2012). Por lo tanto, el “sedentarismo dinámico” no es un modelo cerrado a determinados ambientes (fondos de cuenca y quebradas de alturas), sino una forma de organizarse en el espacio con base en un uso integrado y especializado que se asocia a la logística del modo productivo agropastoril. Además, teniendo en cuenta la disminución en la heterogeneidad ambiental para este período, podemos proponer la existencia de una gran cantidad de sectores que brindaron humedales (e.g., Laguna Colorada y Mojones) y ofrecieron posibilidades de ocupación, y que orientan nuevas investigaciones.

Este cambio en el patrón de asentamiento asociado a un modo de producción agropastoril posee dataciones algunos centenares de años posteriores al inicio de este período de menor heterogeneidad ambiental. Esta diacronía podría estar vinculada a la existencia de factores intrínsecos a la dinámica de las sociedades que determinaron el ritmo y el cambio social, y a que si bien las condiciones ambientales tuvieron un rol en las actividades de las sociedades agropastoriles, no necesariamente fueron determinantes. Sin embargo, tampoco puede descartarse cierto sesgo de información generado por las características propias del registro arqueológico, por lo que investigaciones futuras que consideren las evoluciones locales de los ambientes podrían acotar esta brecha temporal y explicar

mejor la interrelación entre las sociedades agropastoriles tempranas y los cambios ambientales.

Por último, posteriormente a los ca. 1600 años cal AP, los humedales se fraccionan nuevamente y se registra un fuerte aumento de evidencias arqueológicas en todos los sectores ambientales del área bajo estudio (Figura 5). Se podría postular una intensificación del “sedentarismo dinámico”, dentro de un ambiente que presenta mayor heterogeneidad en la disponibilidad de recursos y mayor inestabilidad ambiental. Para este momento comienza a registrarse el uso intensivo de todos los microsectores de ANS, ya que no sólo se intensifica y especializa la ocupación en los sectores intermedios, sino que también se registra un aprovechamiento intensivo de puestos de caza/pastoreo en sectores de altura con unas ocupaciones recurrentes (Figura 5). Por ello, se puede inferir una reincidencia en la toma de decisiones sobre la elección de ciertos sectores destinados a la ocupación y la logística, junto con una modalidad de “explotación especializada del espacio” asociada a un modo de vida agropastoril condicionado tanto por factores ambientales como sociales. Sin embargo, aún es prematuro especular sobre el grado de circunscripción de los circuitos de movilidad relacionados con los diferentes asentamientos base, tanto en el fondo de la cuenca como en los cursos laterales, y su evolución en un contexto de creciente complejidad sociopolítica.

## CONCLUSIONES

Los datos paleoambientales obtenidos en secuencias sedimentarias de los ríos y lagunas de ANS permiten demostrar la existencia de distintas fases paleohidrológicas en los últimos 7200 años cal AP con expresiones diversas en los sitios estudiados. Esto podría deberse a factores que controlan la sedimentación, como las características hidrogeomorfológicas, tanto a escala de cuenca (cota, extensión, cantidad de vertientes, pendiente media, densidad de drenaje) como a escala local (ancho del valle, profundidad del basamento impermeable, distancia respecto de las vertientes, etc.). Por ende, cada sitio refleja la historia ambiental local, y sólo la integración de los diversos archivos permite reconstruir los patrones regionales, lo que posibilita a su vez evaluar la heterogeneidad en la distribución espacio-temporal del recurso hídrico. Considerando la integración de la disponibilidad de humedad de los diversos sitios como un indicador a escala regional, se pueden reconocer tres fases

ambientales. El Holoceno medio y su transición al tardío (7200-3400 años cal AP) se caracterizarían por condiciones predominantes áridas interrumpidas por breves pulsos de mayor humedad relativa que se expresaron de manera diferencial en las subcuencas. Durante este período existieron sistemas hídricos activos en la región pero con una disponibilidad heterogénea. Por esta razón, se infiere un primer momento con elevada heterogeneidad ambiental en la disponibilidad hídrica, que brindó sectores adecuados y particulares para la explotación por los grupos cazadores-recolectores dentro de la región. Luego, entre los 3400 a 1600 años cal AP se establece una fase de mayor humedad relativa, caracterizada por la existencia de ríos con caudales y capas freáticas más estables y permanentes. La heterogeneidad ambiental disminuye como consecuencia de una mayor disponibilidad hídrica, y brinda más sectores con humedales disponibles para su ocupación. Por último, desde 1600 años cal AP hasta la actualidad, los ríos y lagunas nuevamente habrían retrocedido, para iniciar una fase erosiva, con un leve *lapsus* de reactivación de los humedales (entre los 600 a 300 años cal AP) pero con respuestas diferenciales entre las subcuencas. Así, nuevamente se infiere un momento con elevada heterogeneidad ambiental asociado a una modalidad de explotación especializada del espacio. Por consiguiente, a grandes rasgos podemos sostener que, durante las fases de mayor heterogeneidad ambiental en la región, existieron condiciones ambientales locales que favorecieron la ocupación humana en espacios ribereños específicos. El reconocimiento de estos espacios en nuestros modelos paleoambientales nos permite analizar con mayor detalle el contexto de las decisiones sobre el uso del espacio por parte de las poblaciones. Por consiguiente, el desarrollo de un modelo paleoambiental que permite reconstruir no sólo la disponibilidad hídrica sino también la heterogeneidad ambiental constituye una herramienta adecuada para discutir las problemáticas arqueológicas.

## REFERENCIAS CITADAS

- Aschero, C.  
2010 Arqueologías de Puna y Patagonia centro-meridional: comentarios generales y aporte al estudio de los cazadores-recolectores en los proyectos dirigidos desde el IAM (1991-2009). En *Rastros en el camino. Trayectos e identidades de una institución*, editado por C. A. Aschero, P. Arenas y C. Taboada, pp. 257-293. Editorial de la Universidad Nacional de Tucumán (EDIUNT), San Miguel de Tucumán.
- Aschero, C. y S. Hocsman  
2011 Arqueología de las ocupaciones cazadoras-recolectoras de fines del Holoceno medio de Antofagasta de la Sierra (Puna meridional argentina). *Chungará* 43 (volumen especial): 393-411.
- Battarbee, R.  
1986 Diatoms analysis. En *Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology*, editado por E. Berlung, pp. 527-570. J. Wiley & Sons, Nueva York.
- Bianchi, A. y C. Yáñez  
1992 *Las precipitaciones en el Noroeste Argentino*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Salta, Salta.
- Butzer, K.  
1982 *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- De Micco, M. C.  
2011 Análisis paleoambiental del Holoceno en Laguna Colorada, Puna catamarqueña. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Escola, P., A. Elías, L. Gasparotti y N. Sentinelli  
2015 Quebrada del río Miriguaca (Antofagasta de la Sierra, Puna meridional argentina): nuevos resultados de recientes prospecciones. *Intersecciones en Antropología* 16: 383-396.
- Fernández, J., V. Markgraf, H. Panarello, M. Alberio, F. Angiolini, S. Valencia y M. Arriaga  
1991 Late Pleistocene-early Holocene environment and climates, fauna, and human occupation in the Argentine Altiplano. *Geoarchaeology, an International Journal* 6: 251-272.
- Grana, L.  
2013 Arqueología y paleoambiente: dinámica cultural y cambio ambiental en sociedades complejas de la Puna meridional argentina. Tesis de Doctorado inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Grana L., P. Tchilinguirian, S. Hocsman, P. Escola y N. I. Maidana  
2016 Palaeoenvironmental changes, river fluctuation and human settlement at 7000-3000 cal. yr BP in a highland desert (Antofagasta de la Sierra, Southern Puna, Argentina). *Geoarchaeology, an International Journal* (en prensa).
- Grosjean, M., B. Valero-Garcés, M. Geyh, B. Messerli, U. Schotterer y K. Kelts  
1997 Mid- and late-Holocene limnogeology of Laguna del Negro Francisco, northern Chile, and its palaeoclimatic implications. *The Holocene* 7 (2): 151-159.



- Grosjean, M., C. Santoro, L. Thompson, L. Núñez y V. Standen  
2007 Mid-Holocene climate and culture change in the South Central Andes. En *Climate change and cultural dynamics: A global perspective on mid-Holocene transitions*, editado por D.G. Anderson, K. A. Maasch y D. Sandweiss, pp. 51-115. Elsevier Academic Press, Londres.
- Knox, J.  
1983 Responses of river systems to Holocene climates. En *Late Quaternary Environments of the United States*, editado por H. Wright y S. Porter, pp. 26-41. The Holocene, vol. 2. Universidad de Minneapolis Press, Minneapolis.
- Kulemeyer, J., L. Lupo, C., M. Madozzo Jaén, A. Cruz, P. Cuenya, Maloberti, G. Cortés y A. Korstanje  
2013 Desarrollo del paisaje Holoceno en la cuenca de El Bolsón, Catamarca: gente y ambiente en procesos de cambio y estabilidad. *Diálogo Andino* 41: 25-44.
- Laprida C., A. Díaz y N. Ratto  
2006 Ostracods (Crustacea) from thermal waters, southern Altiplano, Argentina. *Micropaleontology* 52 (2): 178-188.
- Lupo, L., M. Bianchi, E. Araoz, R. Grau, C. Lucas, R. Kern, M. Camacho, W. Tanner y M. Grosjean  
2006 Climate and human impact during the past 2000 years as recorded in the Lagunas de Yala, Jujuy, Northwestern Argentina. *Quaternary International* 158: 30-43.
- Maidana, N. I. y C. Seeligmann  
2006 Diatomeas (Bacillariophyceae) de Ambientes Acuáticos de Altura de la Provincia de Catamarca, Argentina II. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 41: 1-13.
- Maidana, N. I., C. Seeligmann y M. Morales  
2009 Bacillariophyceae del complejo lagunar Vilama (Jujuy, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 44 (3-4): 257-271.  
2011 El género *Navicula* sensu stricto (Bacillariophyceae) en humedales de altura de Jujuy, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46 (1-2): 13-29.
- Meisch, C.  
2000 *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*. Spektrum Akademischer Verlag, Berlín.
- Miall, A.  
1990 *Principles of Sedimentary Basin Analysis*. Springer Verlag, Nueva York.  
1996 *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer, Berlín.
- Morales, M.  
2011 *Arqueología ambiental del Holoceno temprano y medio en la Puna Seca Argentina. Modelos paleoambientales multi-escalas y sus implicancias para la Arqueología de cazadores-recolectores*. BAR South American Archaeology Series 15. Archaeopress, Oxford.
- Olivera, D.  
2012 El Formativo en los Andes del Sur: la incorporación de la Opción Productiva. En *Interculturalidad y ciencias: experiencias desde América Latina*, editado por M. de Haro pp. 15-49. Centro de Investigaciones Precolombinas, Buenos Aires.
- Olivera, D. y S. Vigliani  
2000-2002 Proceso cultural, uso del espacio y producción agrícola en la puna meridional argentina. *Cuadernos del INAPL* 19: 459-481.
- Olivera D., P. Tchilinguirian y L. Grana  
2004 Paleoambiente y arqueología en la Puna meridional argentina: archivos ambientales, escalas de análisis y registro arqueológico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIX*: 229-247.
- Olivera D., P. Tchilinguirian y M. J. de Aguirre  
2006 Cultural and environmental evolution in the Meridional Sector of the Puna of Atacama during the Holocene. En *Change in the Andes: origins of social complexity, pastoralism and agriculture* editado por H. Yacobaccio y D. Olivera, pp. 7-15. BAR International Series 1524. Archaeopress, Oxford.
- Pintar, E.  
2014 Continuidades e hiatos ocupacionales durante el Holoceno medio en el borde oriental de la Puna Salada, Antofagasta de la Sierra, Argentina. *Chungará* 46 (1): 51-72.
- Stewart, A., E. John y M. Hutchings  
2000 The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment. En *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity*, editado por J. M. Hutchings, E. John y A. Stewart, pp. 1-8. Blackwell Science, Londres.
- Tapia, P., S. Fritz, P. Baker, G. Seltzer y R. Dunbar  
2003 A Late Quaternary diatom record of tropical climatic history from Lake Titicaca (Peru and Bolivia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194 (1-3): 139-164.
- Tchilinguirian, P.  
2009 Paleoambientes Holocenos en la Puna Austral (27-S): implicancias geoarqueológicas. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

- Tchilinguirian, P. y D. Olivera  
2005 Evolución paleoambiental e implicancias geoarqueológicas en Laguna Colorada, Puna Catamarqueña, Argentina. *Actas del XVI Congreso Geológico Nacional* 4: 261-268.
- Tchilinguirian, P., D. Olivera y L. Grana  
2008 Expansiones y retrocesos de humedales de altura durante el Holoceno, Puna austral, Argentina. Implicancias ambientales. *Actas del XVII Congreso Geológico Argentino* 1: 729-730.
- Valero-Garcés, B., M. Grosjean, A. Schwalb, M. Geyh, B. Messerli y K. Kelts  
1996 Limnogeology of Laguna Miscanti: evidence for mid to late Holocene moisture changes in the Atacama Altiplano (northern Chile). *Journal of Paleolimnology* 16: 1-21.
- Valero-Garcés, B., A. Delgado-Huertas, N. Ratto, A. Navas y L. Edwards  
2000 Paleohydrology of Andean saline lakes from sedimentological and isotopic records, Northwestern Argentina. *Journal of Paleolimnology* 24: 343-359.
- Van Dam, H., A. Mertenhes y J. Sinkeldam  
1994 A coded checklist and ecological indicator values of fresh water diatoms from the Netherlands. *Journal of Aquatic Ecology* 28: 117-133.
- Wiens, J.  
2000 Ecological heterogeneity: An ontogeny of concepts and approaches. En *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity*, editado por J. M. Hutchings, E. John y A. Stewart, pp. 9-31. Blackwell Science, Londres.
- Yacobaccio, H.  
2013 Towards a human ecology for the middle Holocene in the Southern Puna. *Quaternary International* 307: 24-30.

#### NOTAS

- 1- Debido a la extensión de los resultados de los *bio-proxies* de los perfiles estudiados, presentamos tan sólo las interpretaciones obtenidas de ellos. Las frecuencias relativas de las especies identificadas se encuentran detalladas en Grana (2013) para las diatomeas y en De Micco (2011) para los ostrácodos.